VACUUM TUBE

染谷電子の新OPT採用，出力4.7W

6BM8 3極管接続 プッシュプルパワーアンプ

岩村保雄 IWAMURA Yasuo

染谷電子のシングル用出力トランスを使った6V6GTアンプに引き続いて，同社の新しいプッシュプル用出力トランスを使って6BM8プッシュプルアンプを製作した．初段・位相反転段を自動平衡型の回路とし，4本の6BM8のみでステレオアンプを構成している．出力段を3極管接続としたので最大出力は控えめだが，家庭での使用には十分な4.7Wを得た．なおオーバーオール負帰還はヒアリングにより3.1dBだけかけている．小型・高集積のアンプであるが，多くの部品を平ラグに載せたので製作は容易である．

はじめに

アイ・エス・オーが廃業して，真空管アンプビルダーは国産の有力なオーディオ用トランスメーカーを1社失い，出力トランスの選択肢が狭まったことを嘆いてきました．その一方で，トランスのOEMメーカーでこれまで真空管アンプビルダーからの特注を受けてきた染谷電子が，オーディオ用トランスの製造，販売に乗り出しています．筆者はその最初のレギュラー製品である定格7Wのシングル用出力トランスA76-048を使って**6V6GT**シングルアンプを製作し，製作記事をMJ誌2013年8月号に発表しました．

この**6V6GT**の5極管動作と11dBのP-K帰還を組み合せたアンプは，情報量が多いだけでなく雰囲気を上手に表現してくれました．このたび，第2弾としてプッシュプル用出力トランスA76-5K48Pが製品化されたので，今回もかなり期待して**6BM8**ppアンプを製作することにしました．

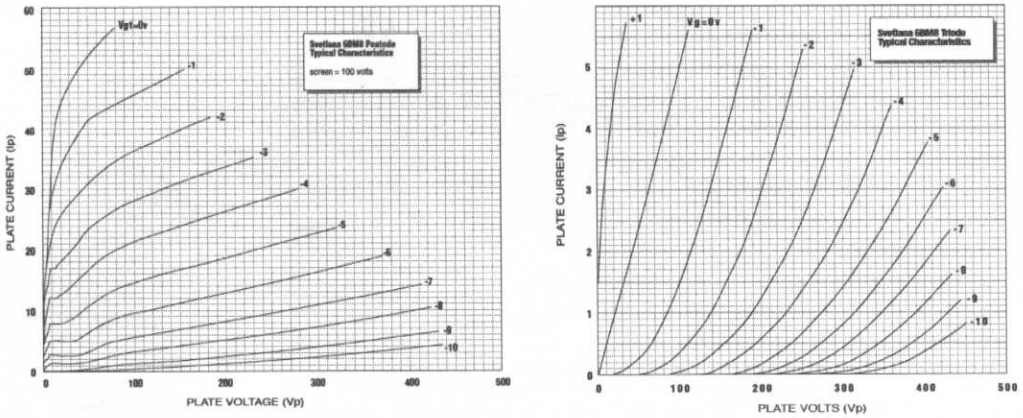
6BM8という真空管はヨーロッパでは**ECL82**と呼ばれ，MT9ピンのパッケージの中に出力段用の5極管と電圧増幅用の3極管が入っています．コンパクトで使いやすい上に，シングルでも3.3Wの出力が取り出せるので，真空管全盛時にはラジオやテレビの音声出力用として広く使われてきました．最近では初心者用パワーアンプのキットによく使われています．そのようなことが災いしてか，**6BM8**はテレビ・ラジオ用の真空管というイメージが定着して，ベテランからは通称ビーエムと呼ばれ，これまで低く見られてきました．とはいえ，発熱量が多くて無理をさせられないことを別にすれば，本当のところよくできた真空管ではないでしょうか．

6BM8の定格と動作例を表1に，

真空管	6BM8		
ヒーター電圧 E_f〔V〕	6.3		
ヒーター電流 I_f〔A〕	0.78		
カソード・ヒーター間耐圧〔V〕	100		
最大定格	3極管部	5極管部	
プレート電圧 E_b〔V〕	300	600	
プレート損失 P_p〔W〕	2	7	
スクリーングリッド電圧 E_{g2}〔V〕	–	300	
スクリーングリッド損失 P_{g2}〔W〕	–	2.0	
カソード電流 I_k〔mA〕	15	50	
動作例	A級シングル		AB級pp
増幅率 μ	70	9.5	
相互コンダクタンス g_m〔mA/V〕	2.5	6.4	
プレート電圧 E_b〔V〕	300	200	200
プレート電流 I_b〔mA〕	1.1	35	2×35
スクリーングリッド電圧 E_{g2}〔V〕	–	200	200
スクリーングリッド電流 I_{g2}〔mA〕	–	7.8	2×8
グリッド電圧 E_{c1}〔V〕	–1.3	R_k=330Ω	R_k=170Ω
負荷抵抗 R_L〔kΩ〕	150	4.5	4.5kΩp-p
最大出力（歪率K）P_o〔W〕	–	3.3（10%）	9.3（6.3%）

注：プレート電流，スクリーングリッド電流は無信号時，カソード抵抗 R_k は2本分

［表1］ 真空管6BM8/ECL82の定格と動作例



[図1] 6BM8(スヴェトラーナ)の5極管部(左)と3極管部(右)の出力特性

5極管部と3極管部のプレート特性を図1に示します.

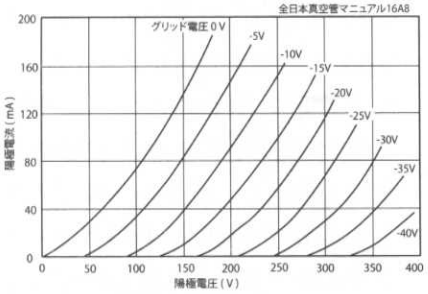
これまでの**6BM8**の低い評価を見直してもらうためにも,多くの方がこの**6BM8**ppアンプを製作することを期待しています.そこで,本機では初心者から中級者に製作しやすいよう,内部配線の多くを平ラグ上に載せて組み立てやすく,さらに測定器なしでも(テスターは必要)無調整で完成させられよう配慮しました.

回路

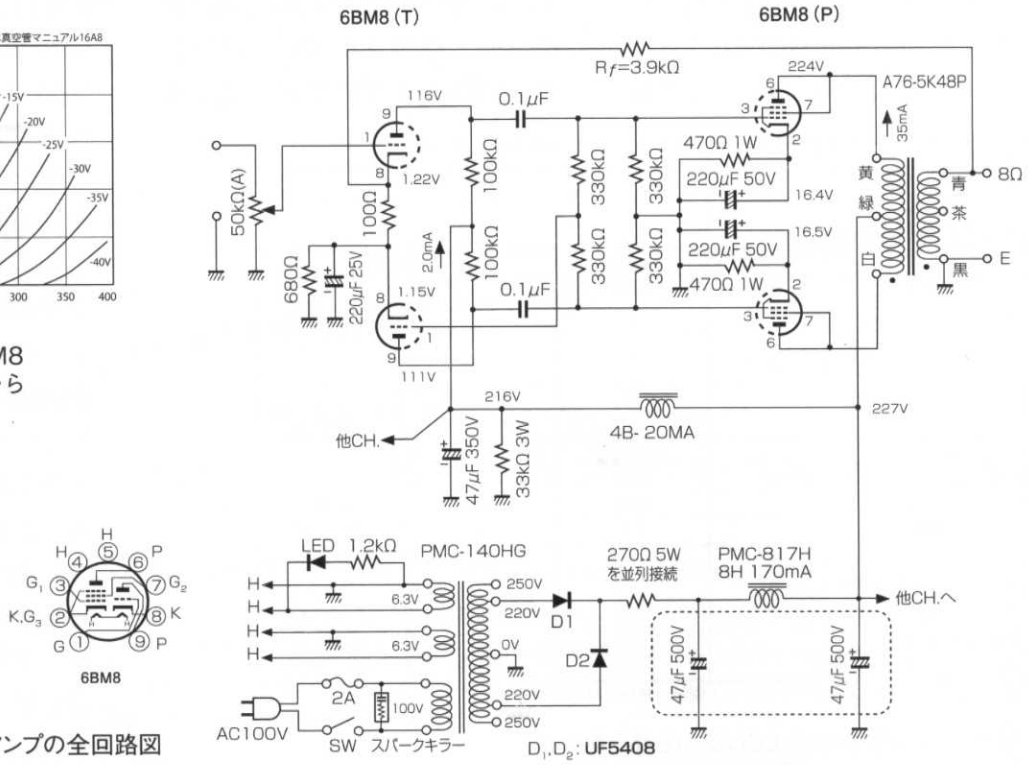
6BM8は,多くの5極出力管が3極管接続にすると最大出力が大幅に低下するのに比べて,比較的大きな出力を取り出せます.この点は**6BM8**の長所の一つに挙げられます.しかし,これまで**6BM8**の3極管接続プッシュプルアンプの製作例は少数派で,何が何でも出力を大きくしたいとの考えが優勢です.**6BM8**が安価だからといっても,無理をして10Wを取り出すよりも,真空管をゆったりと使って最大出力を半分で動作させた3極管接続のほうが,音もよいし趣味がよいと考えています.自宅で音楽を聴くのに大音量が必要なのでしょうか.

さて,**6BM8**の3極管接続のプレート特性は,製造各社のスペックシートには掲載されていません.ラジオ技術社の『全日本真空管マニュアル』には,**6BM8**のヒーター電圧違いの真空管**16A8**の3極管接続のプレート特性(図2)が載っていました.アンプ製作後に動作点の電流と電圧を比較してみると,プレート電流が若干多めでしたが,何とか許容できる範囲内でした.インターネット上でも**6BM8**の3極管接続のプレート特性を散見しましたが,残念ながら電流値がだいぶ違っていました.

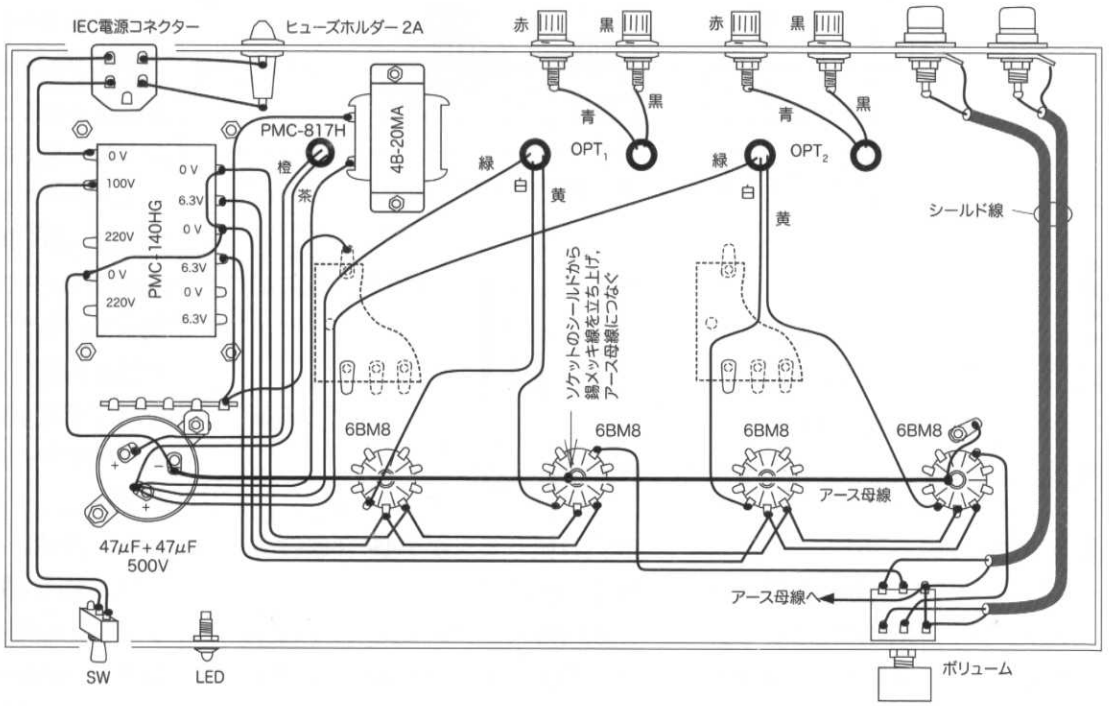
6BM8の出力段の動作点を決めなくては,アンプの設計が始まり



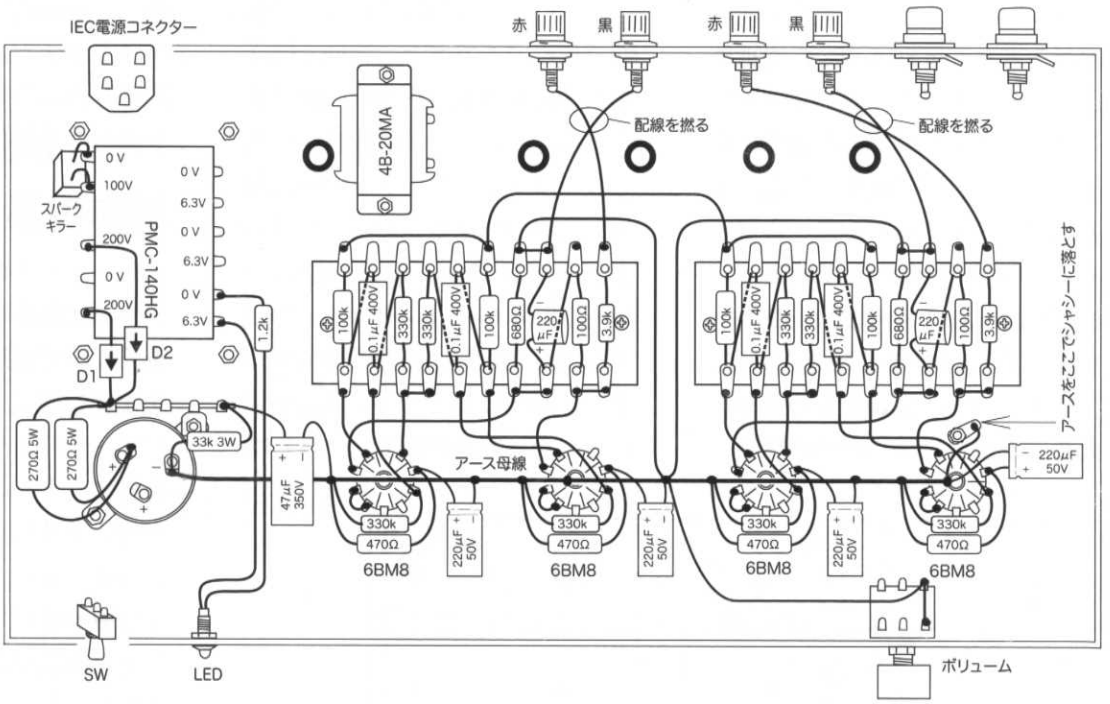
[図2] 3極管接続時の6BM8
(『全日本真空管マニュアル』から16A8 3極管接続)



[図3] 6BM8プッシュプルアンプの全回路図



［図6］ 実体配線図（電源関係，ヒーター，入出力の配線）



［図7］ 実体配線図（平ラグ板とその周辺の配線）

シャシーへの取り付けネジが出力トランスの陰になるので，先に固定しておいてください．なお，使用する出力トランスとチョークはリード線出しなので，リード線用の引き出し孔には必ずプラスチックのブッシングをはめておきます．

電源の配線で使う立てラグは1L6Pを片側だけ1Pとして不要な分をニッパーで切り取っておき，ブロック電解コンの固定ネジで共締めします（切り取る部分は実体配線図を参照）．

はじめにAC100Vの配線と真空管のヒーター配線をします．筆者はいつもヒーター配線の線（AWG 20）をかなりきつく撚って使っています．ヒーターの電位がアースに対して浮かないよう，忘れずに6.3V巻線の0V端子それぞれをアースにつないでおきます．ただし，旧ソ連時代の**6BM8**/6Φ3Пは，試みた限りでは残留ハムが大きかったので，ヒーターバイアスが必要かもしれません．

アース母線はφ1.6mmのスズメッキ線の端をL字型に曲げて，左端の**6BM8**のソケット中央のシールドに差し込んでハンダ付けし，各真空管ソケットの上を通して反対の端をブロックケミコンのアース端子にハンダ付けします．アース母線の揺れを防ぐために，左から3番目の**6BM8**のソケット中央のシールドからスズメッキ単線を立ち上げて，アース母線に絡

極管接続であること，負帰還量が3.1dBと小さいことから歪率のカーブは出力と比例するような変化をし，無帰還の3極管アンプに酷似した特性となっています．

方形波応答波形

純抵抗を負荷としたときの100Hz，1kHz，10kHzの方形波応答波形を図13に示します．100Hzでは，レスポンスが30Hz以下で低下している影響で，若干のサグが見られます．また，10kHzで見られる小さなオーバーシュートは周波数特性（図10）のグラフ外の高域に小さなピークがあることを示しています．その10kHzでのオーバーシュートは，負帰還回路に位相補正を施せば消えてしまいますが，アンプの個性として，あえてこのままにしておきます．

本機はわずか3.1dBの負帰還をかけただけですが，いちおう安定性を確認する意味から，無負荷の場合，出力端子に8Ωと0.1μFを並列接続したとき，0.1μFのみを接続したときの10kHzの方形波応答波形を観測しました（図14）．無負荷ではオーバーシュートが消えてしまっています．また8Ωと0.1μFを並列接続したときは8Ωのみの波形と変わりません．0.1μFのみを接続したときにはリンギング（振動）が見られ，さらに容量を0.2μFとするとさらにリンギングは大きくなります．それでも，きちんと減衰するので安定性に問題が生じることはありません．

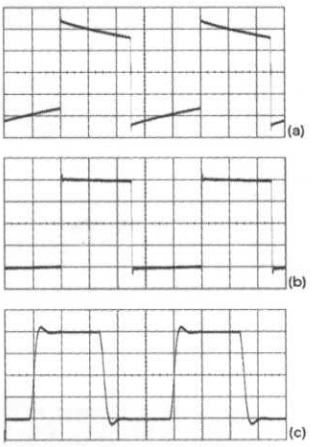
試聴とまとめ

完成したアンプの試聴は初めにジャズ，Hank Mobley『Soul Station』（7243 4 95343 2 2）を聴いてみました．RVG Editionの音なのでしょう，Winton Kellyのピアノの音，Hank Mobleyのテナーサックスが押し寄せてきます．次にマリア・ジョアン・ピリス『シューベルト・即興曲』（UCCG-50095）を聴きました．このアンプ，ピアノの音は明るく輝かしく本当にきれいに鳴ります．さらにオーケストラの演奏も聴いてみました．ケルテス/バンベルク交響楽団『ハイドン交響曲45番』（COCQ-84385）はオーケストラ合奏では重量感は特に目立たないもののバランスがよく，特に弦の合奏が爽やかで美しいハーモニーでした．

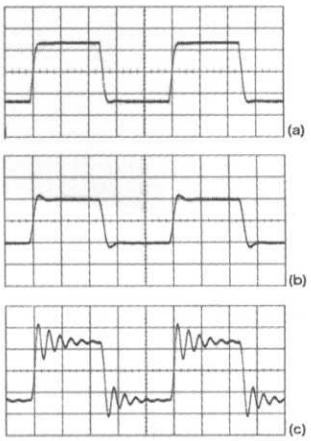
初めに特性は後回しと書いたように，周波数特性は低域から高域まで見事にフラットというわけではありません．それでも低域から高域まで十分に伸びています．試聴の結果では明るい音というのがその印象です．比較的小型のサイズで出力も5W足らずであり，日常的に鳴らすアンプとしては好ましい音の傾向ではないでしょうか．

アンプの内部配線をできるだけシンプルにするという目標の一つは，かなりうまくいったと思います．これまでもうまくできたものもありましたが，本機が一番のできだと感じています．実体配線図も平ラグと部品を主にしたものと，ヒーターや電源を主にしたものとにわけたので，線の引き回しが見やすくなっています．

製作が簡単なのによい音がするアンプですので，どうぞ製作してみてください．製作にかかった部品代は48,000円ほどでした．6BM8のこれまでの印象が変わること請け合いです．聴いてみた真空管のなかでは，ロシアのスヴェトラーナのものが印象的でした．



[図13] 8Ω純抵抗負荷での方形波応答波形 (a) 100Hz, (b)1kHz, (c)10kHz



[図14] 容量性負荷での10kHz方形波応答波形 (a)無負荷, (b)8Ωと0.1μF並列, (c)0.1μFのみ

試聴はCDプレーヤー：デノンDCD-S10Ⅲ-L，自作ラインアンプ（発表予定），スピーカー：アルテック604-8Hのウーファー＋アルテック802D/811Bホーン＋コーラルH-100（ネットワークは自作），サブスピーカー：アコースティックラボBoreloで行いました．

使用した出力トランスA76-5K48Pは以下で購入できます．

○株式会社 染谷電子

〒335-0011 埼玉県戸田市下戸田1-18-19

TEL:048-445-1440, FAX:048-441-6876

URL:http://www.someyadenshi.co.jp/